Bac S physique 2008 Exercice III Spécialité : Vous avez dit "Wha-Wha" ?

Analyse temporelle d'une note de musique

1.1/ On nous dit que la guitare et la basse sont enregistrées jouant la même note. De plus on voit sur l'enregistrement que l'oscillogramme, bien qu'ayant une forme "bizarre", présente un motif qui se répète à l'identique au bout d'un certain temps, la *période*, et cette durée est la même dans les deux oscillogrammes. La qualité physiologique commune aux deux sons est la *hauteur*, et la grandeur physique qui lui correspond est la *fréquence fondamentale*.

1.2/ La *fréquence fondamentale* se calcule comme l'inverse de la *période* du son, durée au bout de laquelle le motif de l'oscillogramme se répète : $f = \frac{1}{T}$. On mesure sur les deux oscillogrammes une même période d'environ $T \approx 9ms$, en comptant combien de carreaux séparent deux apparitions du pic principal par exemple. On en déduit que la fréquence du son est : $f = \frac{1}{9*10^{-3}} = 111.11Hz$. En tenant compte du fait que la lecture n'est pas très précise, on peut raisonnablement dire que c'est le la_1 de la corde numéro 2 qui est jouée, en regardant dans la table fournie par l'énoncé.

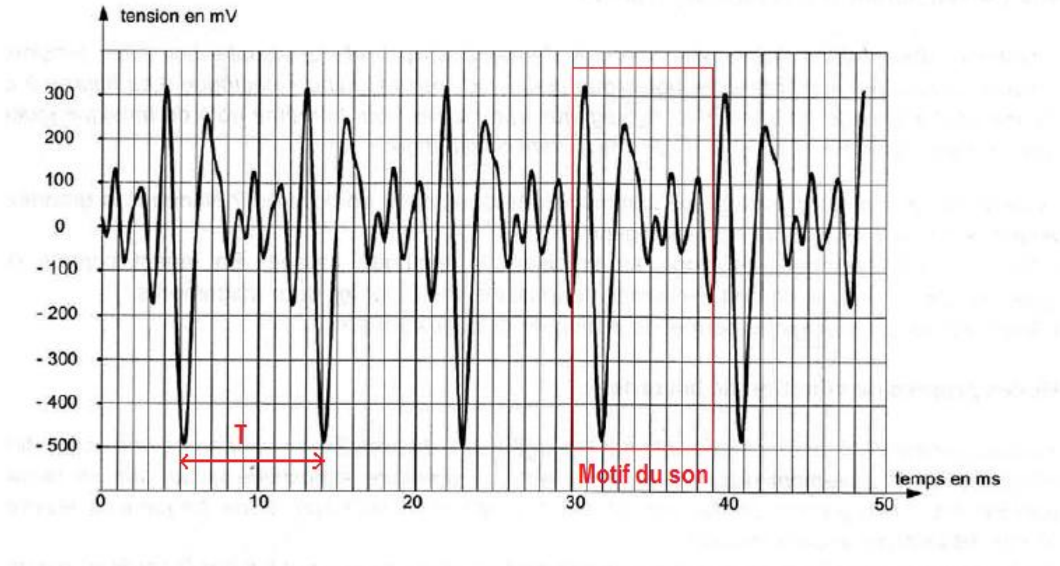

FIG. 1 – Répétition du motif dans l'oscillogramme et détermination de la période T

1.3/ La qualité physiologique discernant ces deux sons est le *timbre*, qui traduit le fait que les *harmoniques* (fréquences multiples du fondamental) vont être présentes avec plus ou moins d'importance par rapport au fondamental, et correspond au fait que même si la période de répétition du motif dans l'oscillogramme est la même, le motif en lui-même est différent.

Modes propres de vibration de la corde 6

2.1/ Le *fondamental* correspond à la composante du spectre ayant *la plus basse fréquence*, autrement dit le premier pic sur le graphe de la figure 11. On lit pour ce pic une fréquence d'environ $f_1 \approx 0.33kHz = 330Hz$, ce qui correspond effectivement à la fréquence donnée pour la corde 6 par l'énoncé.

2.2/ Les harmoniques 2 et 3 sont données par les deuxième et troisième pics sur la figure 11. On lit :

$f_2 \approx 0.66kHz = 660Hz$, et $f_3 \approx 0.99kHz = 990Hz$.

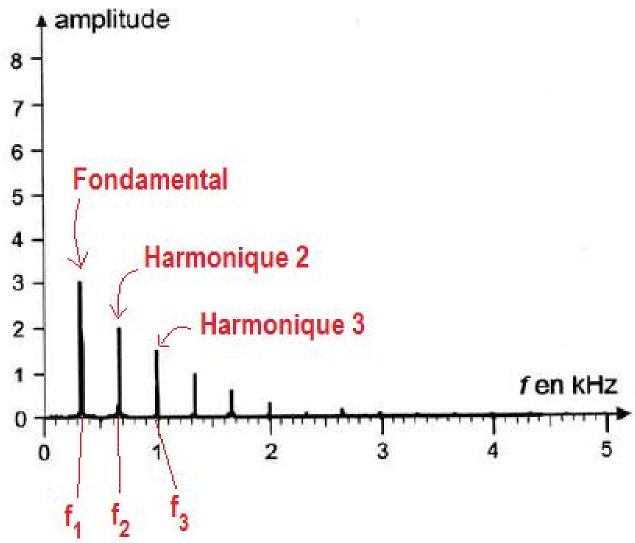

FIG. 2 – Fréquences du fondamental et des premières harmoniques

2.3/ Sur une corde vibrante, le fondamental correspond à *la plus grande longueur d'onde susceptible d'osciller*. Ici, on voit que les longueurs d'onde pouvant osciller sur la corde sont : $\lambda = \frac{2L}{k}$ pour toutes les valeurs de k. On voit donc que si k augmente, λ diminue, donc pour trouver la longueur d'onde du fondamental il faut prendre le cas ou $k = 1$. Cela donne : $\lambda = 2L$, et on trouve donc numériquement $\lambda = 126.0cm$.

2.4/ On a la relation : $v = \lambda f$ (λ en m et f en Hz donne v en $m.s^{-1}$).

2.5/ Pour cette corde en particulier, on connait pour le fondamental la *fréquence* $f_1 = 329.6Hz$, et la *longueur d'onde* $\lambda = 126.0cm$, on en déduit donc la *célérité* des ondes sur cette corde numériquement, en n'oubliant pas de convertir les cm en m : $v = 126.0 * 10^{-2} * 329.6 = 415.3m.s^{-1}$.

2.6/ On nous dit que la *célérité* des ondes sur la corde est toujours la même. En jouant, le guitariste va poser son doigt sur la corde au niveau d'une frette, bloquant ainsi toute la partie supérieure de la corde qui n'oscille plus. L'effet produit est donc de *raccourcir la longueur de corde qui oscille effectivement*. D'après les questions précédentes, on voit aussi que cela va changer la longueur d'onde du fondamental de la corde oscillante : si la longueur de la corde pouvant osciller dans ce cas est $L' \leq L$, la longueur d'onde du fondamental sera désormais $\lambda' = 2L' \leq \lambda$. Comme la célérité $v = \lambda f$ reste la même, diminuer λ signifie qu'inévitablement en retour f va augmenter : bloquer la corde sur une frette permet donc d'augmenter la fréquence du fondamental du son joué, créant ainsi une note plus aigüe.

L'effet "wha-wha"

On remarque une première propriété importante : sur les 3 graphes, les pics sont situés aux mêmes emplacements sur l'axe des abscisses, autrement dit *la pédale wha-wha ne change pas la fréquence du son*, ou sa hauteur. Par contre elle modifie clairement l'amplitude des harmoniques et leur répartition relative, en fonction de la position de la pédale. On peut dire en résumé que *la pédale wha-wha modifie seulement le timbre du son, pas sa hauteur.*